KAESER KOMPRESSOREN

KAESER 简刊

一本关于制造业的杂志

2026 年第 2 期



压缩空气技术的重大跨越
新型螺杆式压缩机系列

新一代智能
SIGMA CONTROL 3

追踪气候变化
用于大气研究的超纯压缩空气

目录

2026 年第 2 期



8-9


12-13



16-17


22-23

3 编者寄语

4 KAESER 金秋展会巡礼
触手可及的创新技术

6 压缩空气管理:前所未有的直观体验
新一代智能:SIGMA CONTROL 3

7 压缩空气技术的重大跨越
KAESER 重新定义压缩空气的未来

8 能源转型 – 重新思考
自然循环中的能源

10 来自黑森州的精密织网专家
技术创意与世界级工程技术的完美融合

12 隐形危机
来自波鸿的高科技下水道修复技术

14 从班多钮手风琴到机床
机器与人员防护的演进

16 追踪气候变化
用于大气研究的超纯压缩空气

18 金黄、酥脆、高效
SIGMA FLEX:Farm Frites 的成功秘诀

20 兼顾降本与环保
通过优化压缩空气站降低成本

22 量身定制的玻璃
罗马尼亚玻璃制造商迈向成功之路

出版方: KAESER KOMPRESSOREN SE, 96450 Coburg, Germany, Carl-Kaeser-Str. 26

电话:+49 (0)9561 640-0,传真:+49 (0)9561 640-130,www.kaeser.com,电子邮箱:productinfo@kaeser.com
编辑部: Petra Gaudiello(编辑),电子邮箱:report@kaeser.com
排版: Sabine Deinhart、Theresa Götz、Martin Vollmer
摄影: Marcel Hunger
印刷: Schneider Printmedien GmbH, Weidhausen
地址变更/
取消订阅:customer.data@kaeser.com

对于任何非特约稿件和照片,本编辑部不承担任何责任。
未经书面授权不得复制(包括摘录)。

增值税号:DE 132460321
公司注册号:Coburg,HRB 5382

我们将出于营销目的而使用和存储您的个人数据。
有关详细信息,请参阅 www.kaeser.com/int-en/privacy-marketing.aspx。
您可以随时向 customer.data@kaeser.com 发送电子邮件,拒绝我们出于营销目的而使用和存储您的数据。

编者寄语



Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Thomas Kaeser
管理委员会主席



Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Tina-Maria Vlantoussi-Kaeser
管理委员会

AI 驱动发展、提升效能、创造就业

和历史上所有重大创新一样,AI将彻底改变我们的生活。然而,决定这一发展走向的,从来不是机器本身,而最终,做出决定的也必将是人。我们应以好奇心、探索欲、批判精神和责任感去拥抱 AI – 这将使所有人共同受益。

AI将助力我们攻克复杂紧迫的难题,推动知识普及,使其惠及每一个人。由此,我们将获得更大的空间去发挥建设性与创造力。

劳动力市场也将迎来重大变化。然而,这并不会导致技术沦为权力工具、从而造成大规模失业的反乌托邦未来;相反,它将作为一种改善所有人生活的手段。

例如:杰文斯悖论揭示了这一机制的有趣运作方式。历史上,当某项技术提高了资源的使用效率时,该资源的总消耗量非但没有下降,反而上升。

如今,这一宝贵的资源往往是人类劳动时间或算力。在企业内部,AI带来了效率的飞跃式提升。过去耗时数小时的任务,如今数秒即可完成。直接影响是单位产出的生产成本大幅下降。效率能降低成本。

当AI 大幅降低生产成本时,竞争力随之增强,产品或服务的市场吸引力大幅提升。成本的下降引发了需求的显著增长。全新的应用不断涌现,因为实现同等产出所需的资源更少了。

随着对这些产品和服务的需求激增,对劳动力的需求也随之增长。满足这一新增需求需要更多人手,而管理、校验和优化AI系统本身,则还需要更多的人。新项目的数量众多,需要协调、战略规划和创造性投入,这些都是 AI 无法独立完成的。

换言之,尽管 AI 提高了单位时间的生产效率,从而降低了成本,但需求的大幅增长最终意味着该领域的就业机会会增加,而不是减少。

杰文斯悖论表明,AI并不会让我们无事可做而夺走我们的工作机会。相反,它大幅降低了成本,使我们既有意愿也有能力实现更多目标 – 以至于最终它将创造出更多的就业岗位。这对任何悲观的劳动力市场观察者来说都是个好消息。

KAESER 金秋展会巡礼

2026 年 glasstec 展会:10 月 20 至 23 日,德国杜塞尔多夫

面向玻璃行业的前瞻性解决方案

glasstec
20–23 OCT 2026
DÜSSELDORF | GERMANY

展位信息
15 号馆 15C49 展位

高企的能源价格使得极高能效成为玻璃行业不容妥协的要求。无论是用于输送、成型还是冷却,压缩空气制备都必须具备极高的性价比与绝对可靠性。在杜塞尔多夫举行的 glasstec 展会上,我们将向您展示如何确保气源供应具备可持续性与未来适应力。

压缩空气在玻璃加工中的应用:

- 成型:精确吹制与压制玻璃坯料。
- 助燃:熔窑中的工艺支持。
- 转运与冷却:安全运输及精准温度控制Adjust text to a line。
- 质量控制:表面清洁与精饰处理。

EuroTier 2026:11 月 10 至 13 日,汉诺威

提高农场与田间的作业效率

EuroTier®
First in animal farming.

展位信息
13 号馆 D18 展位

在现代畜牧业中,压缩空气是兼顾动物福利与生产效率的关键,可精准控制从自动喂料到舍内温控的各类系统。在汉诺威举行的 EuroTier 展会上,KAESER 将展示专为满足极高可靠性与卫生标准而定制的解决方案。

畜牧业中的压缩空气应用:

- 喂料:无尘气动输送颗粒与谷物;控制喂料闸门。
- 挤奶技术:轻柔平稳地运行挤奶机器人 (AMS)以及自动化乳头清洁系统。
- 粪污处理:精准控制排粪闸门以及沼气厂的各类阀门。
- 畜舍温控:气动控制通风板与保温卷帘,优化新风供应。
- 卫生控制:利用压缩空气高效吹扫与清洁管道及过滤器。

BrauBeviale 2026:11 月 10 至 12 日,纽伦堡

面向饮料行业的高纯度与高能效

2026 年 11 月 10 日至 12 日,BrauBeviale 展会将汇聚全球啤酒厂、矿泉水灌装厂及果汁生产商。在质量与卫生至关重要的地方,选择合适的压缩空气系统是一项关键战略决策 – 在此次展会上,KAESER 将展示如何实现工艺可靠性与成本效益的完美协同。

由于压缩空气通常直接接触最终产品,因此对空气质量的要求极其严格。尤为关键的是,节能系统与回收的压缩机排气余热能够可持续地降低每百升产品的生产成本。

Brau Beviale

展位信息
10 号馆 218 展位

压缩空气在饮料行业中的应用:

- 麦汁充氧:为提升酵母活性提供定量无菌空气。
- PET 拉伸吹塑:高压精密吹瓶成型。
- 灌装与封盖:精确控制灌装量的气动系统。
- 现场制氮:用于储罐惰性气体保护。
- 清洁与吹干:贴标前吹扫去除瓶身水分。
- 物料输送:皇冠盖、标签及空瓶的输送。



我们期待您的光临!

新一代智能:SIGMA CONTROL 3

前所未有的直观压缩空气管理体验

触控屏

在网络化工业时代,压缩空气不仅仅是能源,更是一股数据流。凭借新一代 SIGMA CONTROL 控制器,我们在互联性、易用性与透明度方面树立了全新标杆。了解我们如何在成熟可靠的硬件与数字未来之间架起桥梁。



- 主动管控:状态变更或保养到期时,即时推送通知将第一时间提醒您。
- 数据透明:无论身处车间还是出差在外,均可随时生成详细的设备报告并追踪关键绩效指标 (KPI)。

归根结底:全新的 SIGMA CONTROL 3 远非一台普通的控制器,更是您构建高效、透明与数字化压缩空气供应体系的得力伙伴。欢迎迈入智能压缩空气新时代。
进一步提升您的运行效率 – 欢迎向 KAESER 专家咨询适合您工厂的升级方案。

全面掌控 – 尽在设备端

告别复杂的菜单与繁琐的按键。全新 SIGMA CONTROL 3 让您的系统操作变得轻松自如:

- 触控创新:高分辨率触摸屏取代传统按键,带来如使用智能手机般流畅直观的操控体验。
- 一目了然:设备状态、运行数据及保养间隔均清晰呈现。无需翻找,无需繁琐滚动 – 所需信息,触手可得。
- 完美适配各类系统:提供三种尺寸(S、M 和 L),无论是紧凑型还是大型设备,均能提供理想的操作界面。

无限互联:智能工厂的核心

全新的控制器绝非独木难支,而是绝佳的协同伙伴。借助灵活且可互换的通信接口,SIGMA CONTROL 3 可无缝融入您现有的基础设施:

- 广泛兼容:全面支持标准 SCADA 系统及前沿物联网通信协议。
- 面向未来且向后兼容:成熟的 IOM 架构确保系统具备高度可扩展性。现有设备亦可轻松集成,为您的投资提供长期保障。

KAESER Connect:掌上压缩空气站

何必亲临现场查看设备状态?KAESER Connect 应用程序让您在移动设备上即可对系统运行一目了然:

- 实时洞察:扫描二维码,几秒内即可在智能手机上查看所有相关运行数据。

通过二维码下载应用
Apple 和 iPhone 是 Apple Inc. 的商标,Google 是 Google LLC 的商标。

或者在 App Store 或 Google Play Store 中搜索“KAESER Connect”

前往下载 App Store

前往下载 Google Play

KAESER 重新定义压缩空气的未来

压缩空气技术的重大跨越

德国制造

KAESER KOMPRESSOREN 凭借“双重首发”再次突破工程技术界限:全新 DSG 系列与全面升级的 ASD/BSD 系列重新定义了性价比与运行可靠性。两大系列均立足于同一目标 – 以极低运行成本交付卓越性能,并凭借雄厚的技术可靠性为数字化未来铺平道路。

面向未来与数字化卓越是两大系列的核心基石。DSG 系列配备的全新 SIGMA CONTROL 3 控制器采用全新设计,确保极高的系统完整性与强大的技术可靠性。此外,得益于符合《欧盟网络韧性法案》,该系统已提前满足网络化工业产品在欧盟范围内将要强制执行的高标准网络安全要求。

全新 DSG 系列:面向

食品与制药行业的认证纯度Adjust line spacing

精细的流体力学优化带来了显著的性能提升,DSG的排气量比前代产品整整高出 10%。其比能耗也得到了根本性改善,树立了全新的能效标杆,而非仅仅跟随竞争对手的脚步。风冷型 DSG A 机型平均能效提升了 10%,而水冷型 DSG W 机型则提升了 7%。这些卓越的数据重新确立了行业新标杆。
在食品与制药等卫生敏感行业,信任是所有成功合作的基石。作为一家获得 ISO 22000 认证的企业,KAESER 确保仅使用通过严苛应用认证的材料与工艺气流接触。
为满足 GMP 规范工艺的验证要求,DSG 系列提供齐全的认证资料包,以便于合规性文档的归档。其中包括详细的材料证书,以及在 KAESER 先进的测试设施中完成工厂验收测试 (FAT) 的合格证明。

全新 ASD/BSD 系列:工业日常运行的能效典范

全新 ASD/BSD 系列继承了 CSD/CSDX 系列的成功设计理念。该系列提供六种压力等级,能完美融入各类气源系统,以更低能耗输出更高流量。其核心采用了先进的驱动系统:定速机型搭载符合 IE4 标准的异步电机;而变频机型则配备永磁电机,达到 IE5 和 IES5 等级的极高能效水准。
对细节的精益求精是优化能效平衡的关键。创新的冷却理念基于变频免维护风扇电机,可按需精准提供所需的冷却风量。集成式离心分离器能以极低压降可靠清除后冷却器中的冷凝水,而著名的 ECO-DRAIN 冷凝水排放器则能在无压缩空气损失的前提下排出冷凝水。即使是可选配的热回收系统也经过了优化,通过内部不锈钢水回路确保完全免维护。此外,由于电源、管道及冷却接点位置保持一致,即插即用式的旧设备更换变得极其简便。



自然循环中的能源

能源转型 – 全新重塑



Heizomat 是德国知名的可再生能源系统制造商。其“绿色智能工厂”是该公司的全新旗舰项目，也是碳中和工业生产的先锋示范。在位于巴伐利亚州海登海姆的新厂区，该公司展示了能源自给自足和网络化制造的实际运行方式，证明了巴伐利亚乡镇的家族企业不仅能助力全球能源转型，更可发挥引领作用。

早在 1982 年，老 Robert Bloos 在建造自家房屋时，希望寻找一种能像燃油或燃气中央供暖锅炉一样方便地将木屑输送到加热系统中的自动化装置。由于市场上未找到合适产品，他便自行发明了一套。这一突破开启了 Heizomat 的成功篇章。如今，这些自动化进料系统（Heizomat出料装置）已成为涵盖整个木材能源价值链的庞大产品组合的一部分：全自动木屑及生物质锅炉、木材粉碎机（Heizohack）、工业托盘粉碎机以及专用运输车辆（Heizotruck）。创始人的儿子小 Robert Bloos 现执掌公司，而他主持的最新项目则充分展示了一家中型企业对能源概念的深度重塑。



图片：AdobeStock

绿色智能工厂的愿景

凭借 2025 年 9 月在海登海姆旧军营遗址上正式落成的绿色智能工厂 – Heizomat 从根本上重塑了制造模式，并在这一过程中树立了全新的标杆。

总经理小 Robert Bloos 用一句话概括了该工厂背后的革命性理念：“以能源为主导的生产”。这一理念建立在多源自给自足的总体构想之上 – 即波动性能源与可预测能源之间的协调互补。厂区内的太阳能光伏 (PV) 与风力发电系统根据天气状况发电，属于波动性能源；而厂内自建的木材气化装置 (Heizo E-Power) 则可根据需要利用木屑产生电能与热能，充当可预测的基础负荷。在生产过程中，气候友好型太阳能与风能优先使用。当这些资源不足时（特别是在阴暗寒冷的秋冬季节），木材气化装置便会介入，通过精准高效的控制利用木屑发电供热，并将其输送至大型热缓冲储能系统中。这种通过数字化管理将波动性与可预测能源相结合的方式，将 Heizomat 的能源供应转化为一个可靠且有机统一的系统。全自动 Heizomat 木屑加热系统可提供可靠的碳中和热能，轻松覆盖基础负荷与峰值负荷。

压缩空气作为整体能源方案的重要组成部分

有一项关键资源贯穿于每一个制造环节：压缩空气。与大多数工业生产一样，它为所有生产系统与机械的气动驱动提供动力。然而，它的作用远止于此 – 它还驱动现场制氮，而制氮正是该工厂“以能源为主导”制造战略的基石。激光切割系统需要消耗大量氮气作为保护与冷却介质。因此，在阳光明媚的日子里，当太阳能光伏发电量超出工厂消耗能力时，Heizomat 便会将这些碳中和电力用于从环境空气中制备氮气，并利用压缩空气驱动该过程，随后将氮气储存在高压储气罐中。实际上，Heizomat 成功地将波动的太阳能转化为可存储的工业资源。该压缩空气站的设计以高能效为核心，并配置了精准的冗余容量。应用所需的压缩空气（工作压力为 7.8 bar，流量高达 30 m^3/min）由一台用于应对偶发峰值负荷的变频 CSD 130 螺杆式压缩机和两台承担基础负荷的定速 BSD 83 螺杆式压缩机联合供应。它们将压缩空气制备与波动的可再生能源供应实现了完美匹配。这一高效配置的另一核心组件是 SIGMA AIR MANAGER 4.0 主控制器。它监控并协调三台螺杆式压缩机、两台节能型 SECOTEC TF 230 冷冻式干燥机以及所有空气后处理组件，确保整套站房始终以极佳性能运行。此外，该站房还包含一项巧妙创新：得益于压缩机内集成的板式热交换器，压缩余热不会白白流失，而是被回收并直接输送到汇集工厂所有能源的热缓冲储能系统中。由此，压缩空气制备过程构成了 Heizomat 基础设施的核心支撑，成为绿色智能工厂整体能源理念中不可或缺的一环。





上图：厂内木材气化装置 (Heizo E-Power) 可按需利用木屑发电与供热。
下图：压缩空气站位于夹层平台上，可俯瞰新车间内的生产区域。

> 压缩空气是绿色智能工厂整体能源方案不可或缺的组成部分。
>
> **Robert Bloos Jr，董事总经理**



图片：AdobeStock

技术创意与世界级工程技术的完美融合

来自黑森州的精密织网专家

位于 Steinau an der Straße 的 PACO 集团凭借其高品质编织金属网闻名遐迩。无论是在航天科技、制药还是高精度丝网印刷领域，当标准解决方案束手无策时，PACO 均能提供卓越方案。然而，在这光鲜亮丽的不锈钢丝网背后，是完全依赖于可靠高效的优质压缩空气供应的制造体系。





上图：金属丝网的制造完美融合了传统织造工艺与前沿的高精度技术。

下图：图为技术总监 Lars Heckmann 博士；近期完成升级改造的压缩空气站具备完全冗余配置。

编织金属丝网贯穿于现代生活的方方面面。作为一种经典的“赋能技术产品”，其极度精细的过滤网不可或缺；若没有它，我们便无法精炼现代燃料、制造无菌药品或生产微芯片，因为这些工艺所依赖的气体和液体必须符合极其严格的纯度标准。凡是在传统塑料难以胜任的严苛条件下需要对物料进行筛分、过滤或防护的地方，金属丝网均能提供理想的解答。

Paul GmbH & Co. KG（简称 PACO）是该技术领域的绝对专家。公司的根基源于一项核心专长：将极其纤细的金属丝织成高质量网格。从最初的寥寥几台织机起步，如今已发展为拥有数百台自动化织机的大型织造车间。公司至今仍由家族所有，目前由第三代继承人（创始人的孙子）掌管。

PACO 致力于开发与制造高精度编织金属网 – 以及生产该网所需的专用机械设备 – 以满足工业领域极其严苛的筛分与过滤工艺要求。此外，公司还将金属网与其自有的工程技术相结合，为汽车、化工、能源、航空航天、制药、食品以及氢能技术等行业提供完整的交钥匙系统解决方案。该公司独树一帜之处在于其极深的制造能力：可加工包括不锈钢、铝、铜、镍、钛乃至贵金属在内的广泛金属材质，丝径范围从仅 13 μm 的极细金属丝到 1.6 mm 的粗丝应有尽有。此外，集团还通过其子公司 HETA Verfahrenstechnik 提供完整乃至全自动的过滤系统。

比头发丝更细

金属丝网的制造融合了传统织造工艺与前沿的高精度技术，而压缩空气在整个工艺过程中扮演着多项关键角色。其中一项尤为关键的任务对于复杂织造过程的平稳运行与产品质量至关重要：即为金属丝喷涂润滑剂。由于金属丝远比棉线坚硬，因此对机械设备施加的机械应力极大。在开始织造前，必须将金属丝加工至所需的精确性能与线径。与传统纺织品编织类似，该工艺同样包含经丝（纵向丝）和纬丝（横向丝）。在“整经”阶段，成百上千根经丝被平行卷绕到经轴上。张力必须保持绝对均匀，因为哪怕极微小的偏差都会在后续网格图案中表现为缺陷 – 这在精密金属网的制造中是绝不能允许的。整个生产的核心在于织机：当纬丝在经丝之间穿梭时，综丝会上下升降经丝。与纺织品不同，金属对错误毫无容忍度；一旦金属丝弯曲变形，便无法简单拉直。为了确保生产顺畅，每台织机均配备了带有压缩空气驱动泵的喷涂系统来涂敷润滑剂，从而大幅减少摩擦并防止拉断金属丝。此外，压缩空气还在滤芯的全自动制造中驱动气动缸，并在整个 PACO 工厂的清洁、自动化及质量保证环节中发挥着核心作用。

冗余配置与可靠性

鉴于其重要性，压缩空气必须在 8 bar 的压力和 3 m³/min 的流量下，可靠地供应至织造与后整理车间。为此，近期完成升级改造的压缩空气站采用了完全冗余设计。两台变频 KAESER ASD 35 SFC 螺杆式压缩机交替运行，均摊运行时间。若其中一台设备需要维护或检修，另一台设备完全能够独自承担整厂的压缩空气需求。压缩空气后处理管线同样采用了双轨配置，配备两台节能型 SECOTEC TD 67 冷冻式干燥机以及一台 AQUAMAT 油水分离器，确保输出符合要求的压缩空气品质。

该站房还配置了一个 1,000 升的储气罐和一个定时控制的 DHS 4.0 系列主管道保压系统，不仅能降低能耗，还能保护基础设施。在暂停供气后（例如夜间或周末过完），管网若突然重新加压可能导致流速剧增。KAESER DHS 4.0 系统可平稳建压，从而保护生产机械中精密的气动传感器与阀门。技术总监 Lars Heckmann 博士与自动化技术及工厂工程团队负责人 Mathias Ruppel 对新站房及其带来的运行可靠性深感满意。“在织机上编织金属丝网是一项极其复杂且敏感的工艺。我们非常高兴能有 KAESER 这样实力雄厚的合作伙伴常伴左右。”Mathias Ruppel 强调道。



在某些区域，金属丝甚至比人的发丝还细。

KAESER 的主管道保压系统
为我们的精密设备
提供了极佳的保护。

技术总监 Lars Heckmann 博士

来自波鸿的高科技下水道修复技术

隐形的危机



图片：AdobeStock，使用 AI 生成

在我们的城镇地下，一颗定时炸弹正在滴答作响：全球的排水管网基础设施正在加速老化。然而，尽管全球对管网修复的需求与日俱增，未来的解决方案已在波鸿初具雏形。在此地，特雷勒堡 (Trelleborg) 研发出高度专业化的修复工程车，利用最新的紫外线 (UV) 固化技术与来自 KAESER 的可靠压缩空气，在极短时间内即可将破损的下水道恢复至良好的运行状态。

无论是在欧洲、亚洲还是美洲，面临的难题如出一辙：全球大部分下水道管网均铺设于 20 世纪中叶，如今已接近使用寿命的终点。其后果极其严重 – 泄漏的管道会污染地下水，或因地下水渗入导致污水处理厂负荷过载。仅德国的公共下水道管网总长就近 60 万公里，是该国规模最大的基础设施资产之一。然而据德国水协 (DWA) 及联邦统计局的数据，其中约有 18% 至 20% 的管网亟待修复。传统的“开挖式”施工不仅造价高昂，且在建筑物密集的城市区域从物流施工角度来看几乎不可行。因此，创新的解决方案与全新的思维方式至关重要。

总部位于波鸿的特雷勒堡 (Trelleborg) 是管道与下水道修复领域的佼佼者。该公司将下水道管网视为一个复杂的生态系统，针对各种损坏类型提供专项修复工艺，其中关键组件的品质决定了项目的长期成效。UV软衬法便是其中代表技术之一。为了支持该工艺的应用，波鸿的专家们为土木工程施工企业配备了高集成度、自给自足的高端修复工程车，车载搭载了全套所需设备。由此带来的修复过程不仅高效快捷、极具性价比，且对周围基础设施的影响微乎其微。

UV 软衬法：压力下的精密控制

采用 UV 软衬修复法，无需开挖地面即可打造出“管中之管”，堪称一项卓越的技术精髓。首先，用密封气囊封堵管道以防止地下水继续渗入；随后，铣削机器人剥离管内沉积物，直至内壁完全平整。接着使用高压水流清洗下水道，并由遥控 CCTV 管道检测车巡检以确认无障碍物。随后将防护滑垫放入检查井，避免软衬破损；再利用绞盘将工厂预浸光固化树脂的玻璃纤维软衬从一个检查井牵引至下一个检查井。专用管道封堵器会将软衬两端密封，使精确控制的压缩空气充入软衬内部。软衬受压膨胀并紧贴在原管道内壁上。生产经理 Chamseddine Korbi 解释了为什么该阶段极度平稳的压力至关重要：“如果压力过低会产生褶皱；压力过高则可能导致软衬爆裂，从而破坏整个修复工程。因此，我们的作业车装备了可靠的 KAESER 鼓风机。”当软衬完全加压后，将搭载高功率紫外线灯组的固化灯车插入充气软衬中。灯组点亮后，以精确校准的速度在管道内拉回，其紫外辐射会激活树脂中的光引发剂，使液态材料在数分钟内硬化成型。最后，由遥控铣削机器人从内部重新开通被软衬覆盖的支管接口，完成整个管道修复。

以品质铸就价值

每一辆修复工程车都是一件工程杰作，其中的各个组件均经过精准匹配以确保完美协同。在固化前用于充胀衬管所需的压缩空气，由来自 KAESER COMPACT 系列的 BB 或 CB 系列罗茨鼓风机提供，并有多种型号可满足不同施工现场的要求（压力最高达 1,000 mbar(g)，流量最高达 11.1 m³/min）。采用享誉全球的 OMEGA PROFILE 的 KAESER 鼓风机坚固耐用，专为可靠的现场作业而打造。SIGMA CONTROL 2 控制器可确保鼓风机高效运行并得到全程监控，而多元化的接口则提供了极高的灵活性，以便与现有控制系统无缝集成。正如 Chamseddine Korbi 所言：“我们的 UV 系统运行在西门子 PLC 系统上，可直接与鼓风机控制器通信。这使得各组件之间的协调变得异常简便，对我们的工艺流程至关重要。鉴于压力的骤降可能会使整个修复项目付诸东流，可靠的高品质气源供应对我们而言是不容妥协的刚性要求。选择 KAESER 这一合作伙伴，我们显然做出了正确的决定。”



> 鉴于压力的骤降可能会使整个修复项目付诸东流，可靠的高品质气源供应对我们而言是不容妥协的刚性要求。
>
> **生产经理 Chamseddine Korbi**

上图：高端自给式管道修复车搭载了创新 UV 软衬修复法所需的全部设备。
下图：专用管道修复车内部结构。



所有图片：© Trelleborg Water Infrastructure





图片: Arno Arnold GmbH

探戈为公司的成功之路奠定了最初的基调。



Simone Weinmann-Mang(全权代表)与其女儿 – 董事总经理 Isabelle Himbert。

这些完整的系统将高流量输出与极低的能耗完美结合,而实现这一卓越能效的关键因素之一在于采用了先进的 Super Premium Efficiency(超高效)电机。
为了保证压缩空气的不间断无缝供应,系统架构通过两套相同的 KAESER AIRCENTER SM 12 实现了完全冗余。采用这种双机冗余配置,在运行可靠性方面带来了决定性的战略优势。并行运行这两套紧凑型一体化系统,几乎消除了停机风险。即使其中一台设备需要定期保养或遇到突发故障,第二台 AIRCENTER 亦可无缝接管,持续保障下游用气设备的压缩空气供应。

机器与人员防护的演进

从班多钮手风琴到机床

谁曾想到,探戈的基因如今正守护着全球高精度的激光切割系统?从 19 世纪中叶乐器上精致的折叠风箱起步,位于奥伯施豪森的 **Arno Arnold** 公司已将其演变为一门推动现代工业持续运转的工程艺术。

现代工业技术的历史往往始于意想不到的地方 – Arno Arnold 的故事便与探戈有着不解之缘。19世纪末,这种阿根廷舞蹈风靡全球各大都市的酒吧,而其中一种乐器将探戈音乐表现得淋漓尽致:那便是柔韧的手持乐器 – 班多钮手风琴,其风箱为每一个音符注入空气。一台班多钮手风琴由数百个精密部件构成,而风箱则是其灵魂。为了让音色具有清亮动人的共鸣,风箱必须极其柔韧、耐用,且在高压下保持绝对气密。如今年轻的董事总经理 Isabelle Himbert 的外天祖父曾在 19 世纪 60 年代协助开发了这种创新的折叠乐器。这种对皮革、纺织品与精密折叠技术的精湛掌握,为公司几十年后的战略转型奠定了坚实基础。

从探戈之夜到高速加工

随着 20 世纪 30 年代对传统乐器的需求逐渐消退,而金属加工业蓬勃兴起,Arnold 敏锐地意识到将这项专业技艺引入工业领域的契机。从乐器风箱向工业波纹管防护罩的转变被证明是一个极具远见的抉择。曾经用来引导空气演奏音符的技术,如今被用于保护机床高灵敏度的导轨、主轴和轴系免受切屑、冷却液和粉尘侵蚀。由此,现代波纹管防护罩成为了自动化制造中不可或缺的坚固盾牌。如今,Arnold Group的产品组合已远超简单的防护罩,涵盖了复杂的钢制伸缩防护罩、完整的机床防护外壳以及用于激光和医疗技术的专用防护系统。在行业内部,该公司已确立了权威"难题解决者"的地位。每当标准解决方案达到物理极限时 – 无论是由于极高的运动速度还是受限的安装空间 – 来自奥伯施豪森的定制化设计理念便能大放异彩。
在现代制造业中,资源效率构成了决定性的竞争优势。除了电力之外,压缩空气已成为不可或缺的动力来源。在 Arnold,几乎每个生产环节都依赖于稳定可靠的高品质压缩空气供应 – 从在激光系统上切割特种面料,到驱动气动控制、带动气动工具以及操作升降台,压缩空气是确保生产顺畅运行的基石。正如总代表 Simone Weinmann-Mang 微笑着说道:"如果没有压缩空气,我们这儿能正常运转的就只剩下电脑了。"为了满足对可靠性与能效的严格要求,Arnold 选择了 KAESER KOMPRESSOREN 提供的前沿解决方案。
整个气源供应的核心是两台高效的 KAESER AIRCENTER SM 12 螺杆式压缩机。这些紧凑型交钥匙系统占地面积不到 1 平方米,却集成了压缩空气站所需的一切:采用高效SIGMA型线的螺杆式压缩机、用于空气后处理的节能型冷冻式干燥机以及集成的 270 升储气罐。

> 每个工作站都依靠可靠的压缩空气供应。
>
> **Isabelle Himbert,董事总经理**



当今的高科技波纹管可同时为人员与机器提供安全防护。



Arnold 几乎每个生产环节都依赖于可靠、高质量的压缩空气供应。



激光切割机亦采用压缩空气。

虽然该系统结构紧凑，但对其性能要求极高。

Manuel Granzin，科学家



SX 3 螺杆式压缩机配备精密的压缩空气后处理系统及一个 250 升储气罐。



Kleiner Feldberg 山顶为开展自由对流层测量提供了理想条件。



高度灵敏的仪器需要超纯压缩空气。

用于大气研究的超纯压缩空气

追踪气候变化

大气研究犹如为地球进行体检。气象学只是告知我们明天是否需要带伞，而大气物理学与化学的研究则更为深入，旨在探索地球保护层长期演变的规律。

大气层是我们星球的生命支持系统 – 也是一个极其复杂的化学实验室，它屏蔽着太阳辐射并调节着全球气候。在当今环境剧变的时代，现代大气研究相当于对这个充满变数的世界进行必要的“健康体检”。为了构建精准的预测模型并验证环保措施的成效，科研工作需要数十年间保持高度可比且毫无纰漏的监测数据。这往往要求在极低浓度下检测痕量气体与微小颗粒物，其浓度之低甚至超出了传统分析方法的检测极限。

这项全球科研事业的一个关键支柱位于德国腹地 – 陶努斯山脉 (Taunus) 的克莱纳费尔德山 (Kleiner Feldberg) 山顶。在此处，法兰克福歌德大学的大气与环境科学研究所运行着一座拥有百年历史的观象台。该观测站于 1913 年由法兰克福物理学会 (Physikalischer Verein Frankfurt) 创立，已从传统气象站演变为国际知名的科研基地。其高海拔无遮挡的地理位置使研究人员能够在自由对流层（大多位于边界逆温层之上）开展基线监测，因而其数据对于中欧的大气背景污染极具代表性。



Manuel Granzin 密切关注测量结果。

什么是 ACTRIS?

如今，该观测站是欧洲 ACTRIS 网络（气溶胶、云与痕量气体研究基础设施）的国家级观测站点之一。ACTRIS 在全欧洲范围内提供关于气溶胶、云层和短寿命痕量气体的高精度标准化数据，从而使它们对气候变化与空气质量的影响变得可精准预测。

该观测站共配备 19 种不同的测量仪器。为精准识别单体化合物与复杂分子，站内配备了前沿的质谱仪。该设备可将分子转化为带电粒子，并在电场中按质量进行精确筛分，如同获取“化学指纹”般精准锁定样品的具体化学成分。 压缩空气在这款高精度仪器中担当着两大核心角色：校准与持续验证。这两者均面临极度严苛的气源品质要求，以确保测量数据具备国际可比性。在零点校准时，需使用完全不含有机化合物和颗粒物的超纯压缩空气吹扫仪器，以确立基线零点值。只有当仪器针对该参考空气显示出稳定信号时，后续对实际大气的测量结果才能被精准定量。此外，压缩空气还能在运行过程中开展不间断的持续验证，确保监测数据的可靠性。

过去，仪器所需的超纯压缩空气均依靠 50 升的高压气瓶运输上山。鉴于观象台地处偏远且山顶气候恶劣，这一运输过程不仅繁琐且存在安全隐患。然而，自从 2022 年安装了现代化的压缩空气站后，参考空气已完全实现现场制备。对于负责陶努斯观象台测量系统维护的 Manuel Granzin 而言，这项投资是质量保证的必然选择：“在现代痕量气体分析中，外围设备的作用与测量仪器本身同等重要。”该站房的核心是一台搭载节能 SIGMA 型线的 KAESER SX 3 螺杆式压缩机（工作压力 8 bar，流量 300 l/min）。先进的压缩空气后处理系统与 250 升储气罐使整个系统更加完备。SX系列螺杆式压缩机在紧凑的占地面积内融合了卓越的可靠性、高能效与超静音运行体验，而集成的 SIGMA CONTROL 2 控制器则可实现精准的运行监控。然而，整套工程的“神来之笔”在于下游的后处理管线：一台 KAESER DC 3.7 吸附式干燥机结合多级过滤系统。这一配置可将压缩空气保持在低于 -40 °C 的极低压力露点，并达到 ISO 8573-1 标准规定的 Class 1:2:1 纯度等级，确保高灵敏度仪器无瑕运行。

Manuel Granzin 对运行效果非常满意：“新压缩机是一项重大的技术升级。凭借高度可靠的超纯压缩空气供应，它保障了质谱分析的精度，并直接确保了所采集气候数据的可靠质量。”由此，观测站将悠久辉煌的历史与未来完美串联 – 而在应对气候变化的战役中，技术精度正是我们至关重要的依托。



图片：AdobeStock

SIGMA FLEX:
Farm Frites 的成功秘诀

金黄、酥脆、高效

每个人都熟悉现炸薯条令人垂涎的诱人香气，但鲜有人知的是，要炸出完美品质，需要一种隐形却至关重要的成分：超纯、高效的压缩空气。为了实现这一目标，家族企业 Farm Frites 建立了战略合作，在保障极高运行可靠性的同时，实现了 5% 的能耗节省。

55年来，Farm Frites 一直为全球餐饮业提供高品质马铃薯制品，涵盖冷藏及冷冻薯条以及优质小吃。其客户群体遍布本土餐厅和大型餐饮承包商，因此运行可靠性与产品质量至关重要。该公司的口号“携手共创美好未来，从田间到餐桌传递幸福”，完美诠释了其企业可持续发展理念，也直接促成了与 KAESER 的合作。

从荷兰农场到全球跨国企业

1968 年在荷兰乌登霍恩 (Oudenhoorn) 创立的一家区域性家族企业，此后在 Gerrit de Bruijne 的带领下迅速成长为全球领先的集团。如今，Farm Frites 运营着从波兰到埃及等地的现代化生产基地，且在澳大利亚和沙特阿拉伯的新工厂亦在筹建中 – 尽管规模宏大，但它从未改变其纯正的家族企业本色。



三台内置干燥机的 DSD 240 T SFC 变频螺杆式压缩机，确保工厂压缩空气的可靠供应。

随着相继在洛梅尔(Lommel，1984年)和圣特雷登(Sint-Truiden，1993 年)建厂并拓展至比利时，Farm Frites 如今业务已遍布 100 多个国家和地区，拥有 1,600 名员工、43 个销售办事处及全球 6 大生产基地。仅圣特雷登工厂就拥有 110 名专业员工，每年加工成品高达 60,000 吨。

公司对品质与可持续发展的坚定承诺得到了多项国际认证的保障，其中包括 ISO 14001 环境管理体系认证，以及 IFS 和 BRCGS 等严格的全球食品安全标准。2023 年，Farm Frites Sint-Truiden 启动了一项重大投资计划，涵盖全新的产品挂浆/淋粉生产线与扩建的包装产能，其中一套先进的 KAESER 压缩空气站构成了其技术核心。最终目标是在未来十年内将加工产能翻倍，达到每小时 20 吨。

冗余配置确保可靠性

在食品行业，卫生重于一切：必须不惜一切代价防止最终产品受到丝毫污染。“没有压缩空气，整条生产线就会陷入瘫痪，”Farm Frites Sint-Truiden 的项目、安全与能源经理 Peter Claes 解释道。压缩空气驱动着每一个关键工序 – 从驱动包装机械、切换生产线上的阀门，到管理工厂可持续的水处理基础设施。为确保不间断运行，工厂投资引进了三台配备一体化干燥机的变频 KAESER DSD 240 T SFC 螺杆式压缩机(工作压力 8.5 bar)。“这种配置为我们带来了极高的可靠性，”Peter Claes 强调说，“如果一台压缩机因维护离线，其余两台完全能够轻松承担全厂的全部运行负荷。”由此打造出的生产设施，不仅在技术层面满足当前各项需求，更可有力支撑未来十年的雄心发展。

遵照食品行业的高标准要求，压缩空气必须极其纯净，需符合 ISO 8573-1:2010 标准规定的 Class 1:4:1 质量等级。为达到 Class 1级的残油量要求并确保极高的工艺可靠性，系统集成了 ACT 活性炭吸附塔。由于整个管网均在室内铺设，一体化冷冻式干燥机提供的 +3 °C 压力露点完全满足需求。最后，AQUAMAT 油水分离器保障了系统对严苛的 VLAREM 法规(弗拉芒环境法)的合规，确保处理后的冷凝水可安全排放。

效率和平等伙伴关系

经过严格的遴选程序，Farm Frites 与 KAESER 于 2024 年正式开启合作。比起初始采购价格，Peter Claes 更看重总拥有成本 (TCO) – 即包含整个设备生命周期内的能耗与保养成本。“从技术层面来看，如今行业领先品牌中并不存在劣质设备，”他指出，“胜负关键在于服务品质，最重要的是服务人员的奉献精神与技术人员的专业素养。”



> SIGMA FLEX 让我们的运营成本实现了完全透明。
>
> **Peter Claes，项目、安全与能源经理**



上图：系统集成了 ACT 活性炭吸附塔，助力达到 ISO 1 级空气纯度。

AQUAMAT 油水分离器是高性能压缩空气后处理系统的核心组件。

KAESER 最终凭其节能的 SIGMA 型线与 SIGMA AIR MANAGER 4.0 主控制器赢得了合同，该主控制器可对全站进行持续优化以达到极佳能效。一份为期 5 年的全包式 SIGMA FLEX 服务合同为整套方案画上了圆满句号。在此综合合同模式下，KAESER 提供全套气源基础设施并承担所有日常维护保养，为客户带来完全确定的财务保障。这使得圣特雷登团队能够全神贯注于其核心业务：生产完美金黄的薯条。

所有图片：Farm Frites Sint-Truiden BV

通过优化压缩空气站降低成本

兼顾降本与环保

压缩空气为许多工业生产中的各种设备与工艺提供动力，使其成为制造领域最通用且不可或缺的能源之一。因此，它常与电、气、水并称为“第四大公用能源”。鉴于此，能耗是衡量压缩空气系统成败的决定性因素 – 也是提升运行效率与可持续性的核心杠杆。

> 我们每年大幅降低了能源成本，并持续受益于稳定可靠的压缩空气供应。
>
> **维护部总主管 Tyler Henry**



变频螺杆式压缩机用于应对峰值用气需求，而三台工频螺杆式压缩机则负责满足基础负荷。

能效与可持续性是 Efficiency Manitoba 的工作核心。作为一家加拿大省属公营企业，该公司致力于在整个马尼托巴省推行居民家庭、商业企业及工业设施的能效提升。所有举措均指向共同目标：降低能源消耗，同时减少相关的温室气体排放。

对于制造型企业而言，能耗与成本控制问题不可避免地会将压缩空气供应推至风口浪尖。优化压缩机及空气后处理系统是一项回报丰厚的投资，根据现有压缩空气站的工况与使用年限，平均可降低 30% 的能耗。Efficiency Manitoba 提供专业咨询服务，帮助企业挖掘压缩空气系统的节能潜力，并实施可降低能耗与环境影响的优化举措。他们与专业的压缩空气专家（如 KAESER COMPRESSORS Canada Inc.）保持着紧密合作。

食品行业的成功案例

在 Efficiency Manitoba 的专业支持下，Canada Packers Inc. 成功实施了一项重大的节能改造项目。该公司是总部位于加拿大多伦多的国际食品巨头枫叶食品集团 (Maple Leaf Foods Group) 的分拆公司，于 2025 年 10 月成为独立的上市公司。近期，该公司对其位于马尼托巴省布兰登的工厂进行了全面的现代化改造。

每一个此类优化项目均始于利用 ADA 和 KESS 进行的长期数据实测。ADA（空气需求分析）收集原始数据以精准掌控当前工况；与此同时，KESS（KAESER 节能系统）– KAESER 先进的规划与模拟软件 – 则为站房计算出兼具极高能效与性价比的压缩机配置方案。分析表明，将三台定速压缩机与一台变频机组组合使用，具备巨大的节省潜力。因此，该现代化改造项目的核心环节是安装一台带变频控制的 KAESER ESD 445 SFC 螺杆式压缩机。该机组可以极高的灵活性应对峰值需求，并由三台全新的定速 KAESER 螺杆式压缩机（两台 DSD 250 与一台 ESD 250）提供基础负荷支撑。原有的干燥机被更换为一台高效的 CALOSEC 加热再生吸附式干燥机，用于满足对干燥度要求极高的工况，其压力露点可低至 -40 °C。与需要消耗部分压缩空气进行再生气的无热再生干燥机不同，CALOSEC 干燥机通过鼓风机与电加热器利用热量完成再生，从而大幅降低运行成本。

为了确保四台全新的螺杆式压缩机能够完美协调运行，并以最佳工况满足 Canada Packers Inc. 的用气需求，系统还配备了一台 SIGMA AIR MANAGER 4.0 主控制器。这一先进的压缩空气管理系统能智能地调度并优化多台压缩机的运行，从而大幅提升全站的成本效益与能效。



Canada Packers 总部位于安大略省密西沙加 (Mississauga)，毗邻多伦多。

所有图片：Canada Packers Inc.

图片：AdobeStock

CALOSEC 是一款高效的加热再生吸附式干燥机。

显著的成本节省

凭借全新优化的压缩空气系统，Canada Packers 在多个层面上获得了丰厚收益。最直接的效益是，该公司通过 Efficiency Manitoba 的“定制化能源解决方案计划 (CESP)”获得了超过 256,000 加元的专项补贴。“来自 Efficiency Manitoba 的这笔丰厚补贴，让我们非常爽快地做出了升级改造的决定，”维护部总主管 Tyler Henry 解释道。然而，收益远不止于补贴本身：预计该公司每年可降低用电量超 170 万千瓦时，每年节省能源开支近 99,000 加元。此外，还包括能耗税费的减少、保养成本的降低以及系统可靠性的显著提升。根据静态投资回收期计算，该项目仅需 2.6 年即可收回全部投资。

罗马尼亚玻璃制造商 Transparent Design SRL 迈向成功之路

定制化玻璃解决方案

近年来，玻璃凭其美观与多功能性，已成为室内装修中最受欢迎的设计元素之一。它优雅且透光，不仅是住宅空间的理想材质，更是商业与办公建筑的绝佳选择，为现代室内环境增添了时尚与精致感。该市场的主要参与者之一便是 **Transparent Design SRL** – 罗马尼亚规模最大的平板玻璃加工企业。



Transparent Design SRL 提供丰富的专业产品与服务。其产品线既包含高度专业化的玻璃制品，也涵盖适用于室内外建筑工程的全套玻璃解决方案。该公司早已打破地域局限，在罗马尼亚以外建立了深厚的市场基础，产品远销全球。凭借先进的生产设备（包括加工长达 9 m 的超大尺寸玻璃板的能力）以及对极严苛技术标准的恪守，Transparent Design SRL 已发展为欧洲乃至国际舞台上的行业领军者。

该公司成立于 2005 年，展现出了惊人的发展势头。历经 20 年的拼搏，它已从一家微型企业成长为规模庞大的生产基地。如今，其位于 Popești-Leordeni 的总部占地近 39,000 m²，其中生产车间面积就达 22,000 m²。工厂目前单班可加工约 1,800 m² 玻璃 – 满负荷运转时日产能高达 5,400 m² – 这使 Transparent Design SRL 成为罗马尼亚规模最大的平板玻璃加工厂。

高效且可持续

在 Transparent Design 开展的现代高精度玻璃加工中，压缩空气是不可或缺的动力源。如果没有强劲且极度洁净的压缩空气供应，就无法达到所需的玻璃切割精度，也无法满足安全玻璃对高品质的要求。空气中即便有极其微小的杂质，也会损害玻璃的光学性能。因此，对于企业所有者 Marian Nechifor 而言，选择一个既能可靠满足日益增长的用气需求、又能注重资源可持续利用的合作伙伴至关重要。正如他所说：“从一开始，KAESER 就不仅仅是以供应商的身份参与，更是我们值得信赖的解决方案合作伙伴。”

为确立高度节能且可持续的压缩空气解决方案，项目首先对每台生产设备的实际用气需求进行了深入分析。由于生产分布在三座车间，且各区域对压力等级与流量的要求差异显著，因此项目为每座车间定制设计了专用压缩空气站，在保障卓越能效与匹配空气质量的同时，确保稳定满足各项需求。

在 1 号车间内，一台带有集成式附加干燥机的 CSD 125 螺杆式压缩机为各种气动应用提供压缩空气。该系统在 7-8 bar 的压力下运行，排气量为 7-10 m³/min，为钢化炉传动等核心工序提供动力，其中压缩空气可确保玻璃整个表面的受热均匀。在丝网/陶瓷打印机中，压缩空气使墨水保持不停循环流动，并在印刷后实现即时干燥。此外，它还为 LandGlass UltraJet 钢化炉的对流系统供气，将普通玻璃转化为高强度的安全玻璃。作为对其高标准工艺的认可，Transparent Design 于 2025 年获得了德国知名厂商 Schott 的官方认证，成为 PYRAN® S 防火玻璃热钢化及深加工的指定授权加工商。

服务于 2 号车间的 2 号站房配备了一台带附加干燥机的 BSD 75 螺杆式压缩机。该机组在 7-8 bar 的压力下向 LandGlass 弯钢炉输送 4-6 m³/min 的流量。这一新系统可加工尺寸高达 9,000 mm × 3,210 mm 的超大板材，生产过程完全符合 EN 12150（热钢化玻璃）和 EN 1863（半钢化玻璃）标准。

对于需要 14-15 bar 较高压力的 3 号车间，则采用了配备附加干燥机的 CSD 130 T。在此处，系统能够精准维持高压釜内所需的内部压力（12 至 14 bar），这对于夹层安全玻璃的制造以及双层/三层中空节能玻璃生产线均不可或缺。为了有效平抑峰值负荷，每个站房均配置了一个 3,000 升的储气罐。该缓冲罐通过减少设备频繁启停来稳定管网压力并优化压缩机运行时间。此外，集成式凝聚过滤器确保了高端玻璃生产所需的洁净空气品质。

当被问及对新压缩空气系统的满意度时，公司创始人 Marian Nechifor 坦言：“这套系统已成为高效能的典范。借助 KAESER 解决方案，Transparent Design 不仅保障了稳定的压缩空气供应，还显著降低了能源成本。而在 KAESER 系统的售后维护方面，其技术支持十分专业、可靠、高效、整洁且响应迅速。”







上图：压缩空气是现代玻璃加工中不可或缺的能源。

下图：
用于玻璃弯折加工的 LandGlass 弯钢炉（2 号车间）。
用于玻璃夹层加工的高压釜，尺寸达 9,000 mm × 3,210 mm（3 号车间）。



节能型 KAESER 系统助力 Transparent Design 实现可持续发展目标，有效降低碳足迹。

Marian Nechifor 先生，企业所有者

KAESER KOMPRESSOREN SE
邮政信箱 21 43 – 96410 Coburg – GERMANY
电话:+49 9561 640-0 – 传真:+49 9561 640130
www.kaeser.com – 电子邮箱:productinfo@kaeser.com

OILFREE.AIR
DSG – 90-200 KW

输出更多压缩空气:...平均排气量提升 10%
...**能耗更低**:...平均能效提升高达 10%。

新品上市:SIGMA CONTROL 3

智能联网,实现精准控制与监控。经过全面优化以大幅降低能耗:
- 压缩空气排气温度
- 压力露点
- 排水/出水温度
- 轴承状态
- 可靠的冷凝水排放



前往下載 App Store

前往下載 Google Play

集成式热回收及内置 I.HOC 旋转干燥机